

JPA No.31987/1983

Title of the Invention:

Granules for Carrying Microorganisms

Claims:

1. A granule for carrying microorganisms, of which the specific gravity is 0.2 to 1.0, and which comprises a foaming synthetic resin granule, to the surface of which is attached one or more species selected from inorganic materials and organic materials, the size of said materials being $1/3$ or less of that of said granule and 50μ or more in diameter.

2. A granule for carrying microorganisms as claimed in Claim 1, wherein the size of the foaming synthetic resin granule is 1 to 50 mm.

3. A granule for carrying microorganisms as claimed in Claim 1, wherein the inorganic materials are sand, crushed natural stones, active carbon, perlite, sirasuparun, gypsum, alumina, zeolite, and ceramics.

4. A granule for carrying microorganisms as claimed in Claim 1, wherein the organic materials are anthracite, coal, coke, pitch, waste ion-exchange resin, and rubber.

5. A granule for carrying microorganisms as claimed in Claim 1, wherein the synthetic resin substrate is selected from polystyrene, polyethylene, polypropylene, and polyvinyl chloride.

⑫ 公開特許公報 (A)

昭58—31987

⑤ Int. Cl.³
C 12 N 1/00
// C 12 N 11/02

識別記号

庁内整理番号
6760—4 B
7421—4 B

⑬ 公開 昭和58年(1983)2月24日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑭ 微生物担持用粒子

武蔵野市吉祥寺北町4の4の21

⑯ 特 願 昭56—131241

⑰ 発 明 者 栗間昭典

⑱ 出 願 昭56(1981)8月21日

横浜市保土ヶ谷区桜ヶ丘6の4

⑲ 発 明 者 下平千秋

⑳ 出 願 人 千代田化工建設株式会社

綾瀬市小園423の182

横浜市鶴見区鶴見町1580番地

㉑ 発 明 者 油科嘉則

㉒ 代 理 人 弁理士 久保田藤郎

明 細 書

1. 発明の名称

微生物担持用粒子

2. 特許請求の範囲

1) 発泡合成樹脂粒子の表面に、該粒子径の1/3以下で50μ以上の径を有する無機物質および有機物質の中から選ばれた1種または2種以上の物質を付着せしめてなる比重が0.2～1.0の範囲の微生物担持用粒子。

2) 発泡合成樹脂粒子が粒径1～50μのものである特許請求の範囲第1項記載の微生物担持用粒子。

3) 無機物質が砂、天然の砕石、活性炭、バーライト、シラスパルーン、石こう、アルミナ、ゼオライトおよびセラミックスである特許請求の範囲第1項記載の微生物担持用粒子。

4) 有機物質がアンスラサイト、石炭、コークス、ピッチ、腐イオン交換樹脂およびゴムである特許請求の範囲第1項記載の微生物担持用粒子。

5) 合成樹脂基材がポリスチレン、ポリエチレン、

ポリプロピレンおよびポリ塩化ビニルの中から選ばれたものである特許請求の範囲第1項記載の微生物担持用粒子。

3. 発明の詳細な説明

本発明は微生物担持用粒子に関し、詳しくは本処理や発酵生産に用いられる微生物を担持するための発泡合成樹脂粒子に関する。さらに詳しくは、該発泡合成樹脂粒子の表面に特定粒子径の無機および/または有機物質を付着させて比重を0.2～1.0の範囲に調整してなる微生物担持用粒子に関する。

従来、家庭排水、工業排水等の排水処理の方法に関して細菌、出芽分生、生物処理等の広い分野にわたる技術が提案されている。これらの方法のうち、特に水に浮遊する担体を使用して細菌、生物処理等を効果的に行なう方法が開発されている。また、特定の有用物質の生産を目的として行なわれる発酵においても、従来の微生物培養法に代る方法として担体粒子に微生物を付着させて発酵を行なう方法が開発されている。その一例として

母を寒天などの担体に固定させる固定化酵母法等がある。

これらの方法に使用される懸粒粒子は、天然の懸粒物のほか、発泡することにより低比重にした合成樹脂、例えば発泡ポリエチレン、発泡ポリプロピレン、発泡ポリスチレン等の既に充填材、吸着剤、保温材等の目的で市販されている粒子が用いられている。これら低比重の合成樹脂粒子は、天然物に比較すると、均一なものが大量に得られるという有利性がある反面、以下に説明するような性能上の問題があり満足すべきものとなっていない。

その第1には、微生物による水処理用担体として使用したとき、これら粒子の表面に微生物膜が形成されるのに時間を要すること、ならびに生成した微生物膜の粒子表面との付着強度が小さいことである。即ち従来公知のこれら粒子の表面は比較的滑らかなため、生物膜が生成しにくく、生物膜の生成に長時間を要し、しかも長期間の使用によつて生物膜が或る程度以上の厚さにまで成長す

- 3 -

発泡倍率の値が粒子性状に大きな性状の変化をもたらす為、発泡倍率の面からの制約を受け、従つて比重のみを任意に定めることが困難である。

このような状況下において本発明者らは、合成樹脂と無機質材料との混合物を主成分とし、これを発泡せしめて得られる粒子が親水性に優れ、しかも微生物膜の付着力が極めて大きく、さらに合成樹脂と無機質材料の比率を変えることにより、粒子内の気泡のほとんどが独立気泡として維持される発泡率のもとで所望の比重をもつた粒子を得ることに成功し、水処理用の新規な低比重粒子として提供するに至つた（特開昭56-89897号）。

しかしながら、この粒子は合成樹脂に無機質材料を練り込んだ後発泡させて得られるものであり、親水性を増加させるために無機質材料の量を多くすると、該無機質材料が発泡粒子内の独立気泡間で架橋現象を起し、無機質材料に浸透した水が独立気泡内へ浸入し、その結果発泡粒子の比重が大きくなつて水中で沈んでしまうという現象が起きる。

- 5 -

ると、粒子同志間には粒子と器壁との摩擦、粒子の水あるいは気泡による剪断によつて生物膜の一部あるいは全部が剥離することである。発明者らはこのような欠点を、粒子の表面に刻み傷を入れること、凹凸をつけることあるいは断面形状を球形等にする事等により解決せんと試み、その結果或る程度の効果は得られたが、完全に満足なものとなっていない。

また第2に粒子の比重の問題がある。工業的な水処理を行なう場合、処理すべき原水の量、性質、処理槽の大きさ、処理水の排出許容基準等によつて、原水の細水粒、フローパターン等の運転条件を変えなければならぬ場合が多く、担体粒子を使用する場合に於て、それに対応して適切な比重をもつた粒子を選択使用するのが望ましい場合が多い。しかしながら、現状で水処理用に使用される発泡粒子は天然物を使用する場合に於て当然粒子比重は一定のものとならざるを得ず、また合成樹脂を使用した場合にも、発泡倍率を変えることによつて粒子そのものの比重の調整は可能であるが、

- 4 -

さらに、上記の如き合成樹脂に無機質材料を練り込む方法で於て、無機質材料の配合量を非常に多くすると、高発泡倍率とすることが技術的に困難となる。そのため、高価な合成樹脂材料の使用量を減らすことに限界があり、得られる発泡粒子のコストは割高であつた。

本発明は上記低比重粒子にさらに改良を加えた微生物担体用粒子を提供することを目的としており、具体的には①合成樹脂に付着させる粒子は該樹脂の表面のみに集中させ、上記の架橋現象を生起させないこと②合成樹脂の発泡倍率を高くして合成樹脂の使用量を可及的に減少させること③発泡粒子の表面を粗面化し親水性を増加させるとともに該生物の付着性を改質すること④発泡粒子の比重調整を容易にすること等を目的とするものである。

本発明は発泡合成樹脂粒子の表面に、該粒子径の1/3以下で50 μ 以上の径を有する無機物質および有機物質の中から選ばれた1種または2種以上の物質を付着せしめてなる比重が0.2～1.0の

- 6 -

範囲の微生物担持用粒子である。

本発明に用いる発泡合成樹脂粒子は、熱可塑性合成樹脂を発泡させて得た粒子である。合成樹脂としては独立気泡を有する発泡体を製造できるものが使用され、たとえばポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリ塩化ビニルなどを挙げることができる。粒子の形状は球形、角柱形、円柱形等任意であり、発泡された成形体そのものであつてもよく、あるいは成形体を適当な大きさに切断して得た粒子であつてもよい。発泡合成樹脂粒子の大きさは使用目的により異なるが、該粒子を浮遊させ、あるいは流動床で使用する場合には、直径1～20mmが一般的であり、1～10mmが好ましい。一方、該粒子を固定床で使用する場合には、微生物による閉塞の問題が生起しないように20～50mmの粒径のものを使用することがある。

合成樹脂素材の発泡度は一般に1.5～60倍の範囲のものを使用するが、この範囲に制限されるものではない。通常使用される合成樹脂粒子の発

泡度は2～40倍である。

発泡合成樹脂粒子表面に付着せしめる無機物質としては砂、天然の砕石、活性炭、バーライト、シラスバルーン、石こう、アルミナ、ゼオライト、セラミックス等がある。また、有機物質としてはアンスラサイト、石炭、コークス、ピッチ、陽イオン交換樹脂、ゴム等がある。これら無機物質や有機物質は、発泡合成樹脂粒子の粒径の1/3以下で50μ以上の径を有するように適当な手段により調整して使用する。無機物質や有機物質の粒子径が発泡合成樹脂粒子の粒子径の1/3を超えると、該粒子を適切に配置して付着させることができず、かつ多数の粒子を付着させることができない。そのため、微生物付着に好ましい表面を形成することができない。また、50μ未満だと発泡合成樹脂粒子の表面に1層に付着させることが難しく、2、3層になり剥れ易くなる。また、これら物質は単独で使用してもよく、あるいは2種以上を適当に組合せて用いることができる。上記無機物質あるいは有機物質を付着させることによつて目的

- 7 -

とする比重をもつた微生物担持用粒子が得られるが、上記以外の物質、たとえば鉄粉等を補足的に付着して目的の比重をもつ粒子を得ることもできる。これらの無機物質や有機物質を上記発泡合成樹脂粒子に付着させるには任意の手段を適用でき、たとえばアルコール、トリクロルエチレン等の有機溶剤を用いて発泡合成樹脂粒子の表面を溶かし、次いで無機物質や有機物質を接触せしめることにより行なうことができる。また、別の方法として無機物質や有機物質を有機溶剤にて混濁せしめ、次いで発泡合成樹脂粒子と接触させる方法がある。この場合、エポキシ樹脂などの接着剤を有機溶剤に混合して用いると、強い接着効果を受けることができる。

微生物担持用粒子の比重の調整は発泡合成樹脂粒子の大きさ、比重および該合成樹脂粒子に付着せしめる無機物質や有機物質の粒子の大きさ、比重、付着量を考慮して行なうが、この点については後述する。

微生物担持用粒子の微生物付着性は該粒子表面

- 8 -

の状態と強い関係があり、通常は粒子表面に細かい「ひだ」や「凹凸」が存在すると、微生物の付着性は著しく増大される。本発明において発泡合成樹脂粒子の表面に前述の無機物質や有機物質を付着せしめることは、まさに該合成樹脂粒子の表面に無數の凹凸を形成することとなる。したがつて、微生物付着上極めて好ましい状態が作り出されるわけである。それ故、本発明の微生物担持用粒子を使用すれば、比較的短い時間で十分な量の微生物を該粒子に付着させることができる。この事実について本発明者らに以下の如く考察し、かつこれを実証した。

本発明の微生物担持用粒子は、一般的に水に浮遊した状態で使用されるため、該粒子の比重を0.2～1.0に調整する。なか、該粒子を上記の本処理装置に使用する場合は、粒子の比重を0.5～0.95とすることが望ましい。

所定の比重を有する微生物担持用粒子を得るために、発泡合成樹脂粒子の粒子径、比重や無機物質、有機物質（付着粒子）の粒子径、比重の関係

を、発泡合成樹脂粒子および付着粒子をいずれも球形と仮定すると、次のように表わされる。なお、この場合、付着粒子は第1図に示した如く一層であるものとする。

発泡合成樹脂粒子の直径：D(mm)

比重： ρ_p

付着粒子の直径：d(mm)

比重： ρ_1

空隙率： ϵ

発泡合成樹脂粒子の表面積： $\pi D^2 \dots (1)$

付着粒子の投影面積： $(\pi/4)d^2 \dots (2)$

発泡合成樹脂粒子の有効面積： $(1-\epsilon)\pi D^2 \dots (3)$

付着粒子の付着数：

$$n = \frac{(1-\epsilon)\pi D^2}{(\pi/4)d^2} = 4(1-\epsilon)\left(\frac{D}{d}\right)^2 \dots (4)$$

発泡合成樹脂粒子および付着粒子の合計体積：

$$V_{total} = \frac{4}{3}\pi\left(\frac{D}{2}\right)^3 + n\frac{4}{3}\pi\left(\frac{d}{2}\right)^3 \dots (5)$$

発泡合成樹脂粒子および付着粒子の合計質量：

$$W_{total} = \frac{4}{3}\pi\rho_p\left(\frac{D}{2}\right)^3 + n\frac{4}{3}\pi\rho_1\left(\frac{d}{2}\right)^3 \dots (6)$$

- 11 -

$$0.75 = \frac{0.02 \times 3 + 4 \times 2.6 \times (1 - 0.26) d}{3 + 4(1 - 0.26) d}$$

$$d = 0.4$$

したがって、砂の粒径が0.4mmのものを選んで最密充てんすればよいことがわかる。

本発明の微生物担持用粒子は水処理用に使用されるほか、各種有用物質の発酵生産にも利用される。本発明の微生物担持用粒子では無機物質や有機物質の粒子は合成樹脂粒子の表面だけに集中して存在しているため、架橋現象による独立気泡への浸水は見られない。また、予め合成樹脂のみを発泡させるため、任意の発泡倍率を採用でき、合成樹脂の使用量を軽減して粒子コストを安価にできる。さらに、従来の合成樹脂に無機質材料を混入んで得られる粒子にあつては、該無機質材料の表面析出量は面積比で高々数%~十数%にすぎなかつたが、本発明によれば20~90%とすることができ、無機物質や有機物質の付着量を増大させるばかりでなく、粒子の表面形状も異なつたものとなる。したがって、微生物の付着性は非常に

したがって、微生物担持粒子の比重 ρ_c は

$$\rho_c = \frac{\frac{4}{3}\pi\rho_p\left(\frac{D}{2}\right)^3 + n\frac{4}{3}\pi\rho_1\left(\frac{d}{2}\right)^3}{\frac{4}{3}\pi\left(\frac{D}{2}\right)^3 + n\frac{4}{3}\pi\left(\frac{d}{2}\right)^3} \dots (7)$$

この(7)式に(4)式を代入すると、

$$\rho_c = \frac{\rho_p D + 4\rho_1(1-\epsilon)d}{D + 4(1-\epsilon)d} \dots (8)$$

ここで付着粒子を最密充てんすると $\epsilon = 0.26$ である。

前述したように、発泡合成樹脂粒子も付着粒子も球形であると仮定した場合の近似式を求めたものが上記の式であるけれども、これは所定の微生物担持用粒子を製造する際の指針となる。上記(8)式を使用して、本発明の微生物担持用粒子を製造する際の計算例を示すと次のとおりである。

計算例

粒子径3mm、比重0.02の発泡ポリスチレン粒子に比重2.6の砂を付着させて比重0.75の微生物担持用粒子を製造する場合、(8)式より

- 12 -

良好である。

次に、本発明の微生物担持用粒子の使用例を示す。

使用例1

微生物担持用粒子として市販のものを求めて次の6種類を使用して微生物付着度に関する比較実験を行なつた。なお、本発明に係る粒子は減3~6の4種類である。粒子減1は市販粒子、減2は特開昭53-89897号に記載の粒子である。

第1表

粒子	1	2	3	4	5	6
形状	円柱形	円柱形	球形	均整立方体	均整立方体	球形
寸法(mm)	3×3×3.5	3×3×3.5	3.5φ	3×3×3.5	3×3×3.5	3.5φ
合成樹脂成分	ポリプロピレン	ポリプロピレン	ポリスチレン	ポリエチレン	ポリエチレン	ポリスチレン
発泡の有無	無	有	有	有	有	有
微生物の担持	無	24% (15%を担持)	砂	砂	活性炭	アンスタサイト
付着粒子の割合	—	—	0.27	0.27	0.45	0.70
比重	0.90	0.63	0.67	0.70	0.51	0.59

- ・1：合成樹脂粒子のみの寸法
- ・2：ポリプロピレン重量を基準
- ・3：発泡状態の微生物担持用粒子の比重

- 13 -

- 14 -

第2図に示す好気性処理装置4を使用して上記装置1～6の6種類の微生物担持用粒子の微生物付着度を比較した。すなわち、透明なポリ塩化ビニル樹脂で製作した直径4B、有効高さ20cmの装置3であり、内部に直径1Bのドラフトチューブ6を備えた装置3に微生物担持用粒子400ccを充てんし、該装置のそれぞれに原水としてグルコースとクエン酸ソーダを1:1の割合で混合し、BODを約100ppmに調整した人工有機排水を400cc/hrの条件で配管1より供給ポンプ2によりディストリビューター4上より供給した。なお、操作開始時に各装置3に同量の活性汚泥を親菌として添加した。好気性微生物反応に必要な酸素は空気供給管7より供給し、ドラフトチューブ6で酸素を溶解せしめ、かつ溶存酸素の不足がないように反応部下部の溶存酸素濃度を測定し、空気の供給量を調節した。装置3内の排水はドラフトチューブ6と微生物担持用粒子5の存在する反応部の間を循環せしめ、処理水は排出管8により系外へ排出した。

- 15 -

スをエタノールに転換する発酵に本発明の粒子を使用した。粒子として使用例1の粒子63を用い、比較のため粒子62を用いて同様に実験した。

第4図に示した形状の約2L容ガラス製装置(直径8cm、円錐部を除く高さ40cm、内部にディストリビューター14を備えている)13を使用し、内部液をポンプにより循環させる方法を探った。実験条件は以下のとおりである。

Feed 法: バッチ式

処 理: 嫌気性処理

グルコース濃度: 10%

温 度: 30℃に調節

pH: 約5に調節

発酵期間: 4日

グルコース10%を含む培養液約1.35Lを装置13に入れ、かつ微生物担持用粒子15約500ccを充てんした。酵母は初濃度3000ppmとなるように加えた。培養液はポンプ12により配管11を経て循環させた。なお、バッチ方式による発酵を行なっているので新しいグルコースの連続供給はし

1週間毎に各装置から粒子を採取し、付着した微生物膜の厚さを測定した。この測定のため1装置につき粒子20個を取り出し、写真撮影により微生物膜の厚みを測定し、その平均値を求めた。第3図に結果を示す。

第3図から明らかなように、無発泡のポリプロピレン粒子61は表面が滑らかなため、微生物の付着はほとんど認められない。また、粒子62はタルクの混合により親水性が増加しており、かつ発泡により表面に凹凸が形成されているなどのため、微生物の付着は良好であるが、本発明の粒子63～6より劣っている。

本発明の粒子63～6は微生物の付着度が極めて良好である。これら粒子は必ずしも最良状態で無機物質や有機物質が付着しているとは云えないが、付着粒子が微生物の増殖によつて好適な果になつていふと考えられ、その結果微生物の付着度が一段と増加されたものと思われる。

使用例2

酵母 *Saccharomyces cerevisiae* を使用してグルコー

- 16 -

ない。図中、16は発生ガスの排出管である。酵母は粒子に付着しているほか培養液中にも存在しているが、大部分が粒子に付着しているため、エタノールと酵母との分離が容易に行なえる。

粒子5への酵母の付着状態を調べるため、粒子に付着している酵母を剥がし、単位充てん粒子容積あたりの微生物濃度を測定した。なお、実験は同一の粒子につき3回行ない、平均値を求めた。結果を第2表に示す。

Run	第 2 表	
	粒子62	粒子63
1	2500ppm	5800ppm
2	3040	6400
3	2870	6050
平均	2803	6083

第2表から明らかなように、本発明の粒子63は発酵用の微生物担持粒子としても優れた微生物付着能を有している。

4. 図面の簡単な説明

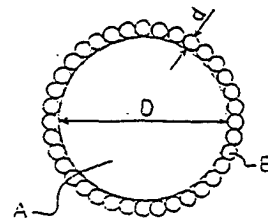
第1図は本発明の微生物処理装置のモデルであり、Aは発泡合成樹脂粒子、Bは付着した無機物質や有機物質の粒子を示す。

第2図は好気性処理装置の説明図であり、第3図は処理期間と付着微生物膜の関係を示すグラフである。

第4図は嫌気性発酵装置の説明図である。

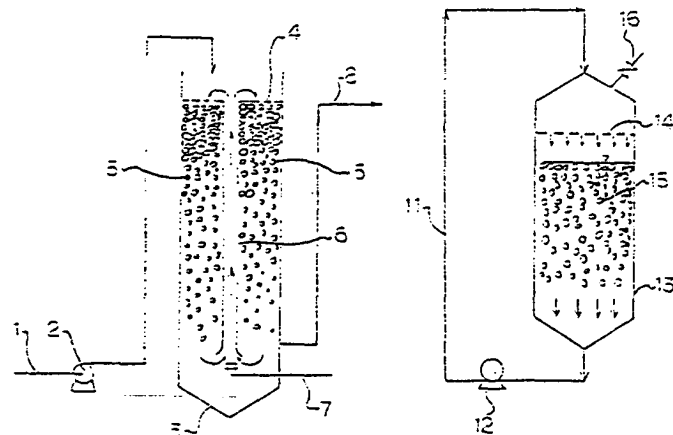
1, 11...配管, 2, 12...ポンプ, 3, 13...装置, 4, 14...ディストリビューター,
5, 15...粒子

特許出願人 千代田化工建設株式会社
代理人 弁理士 久保田 勝 郎



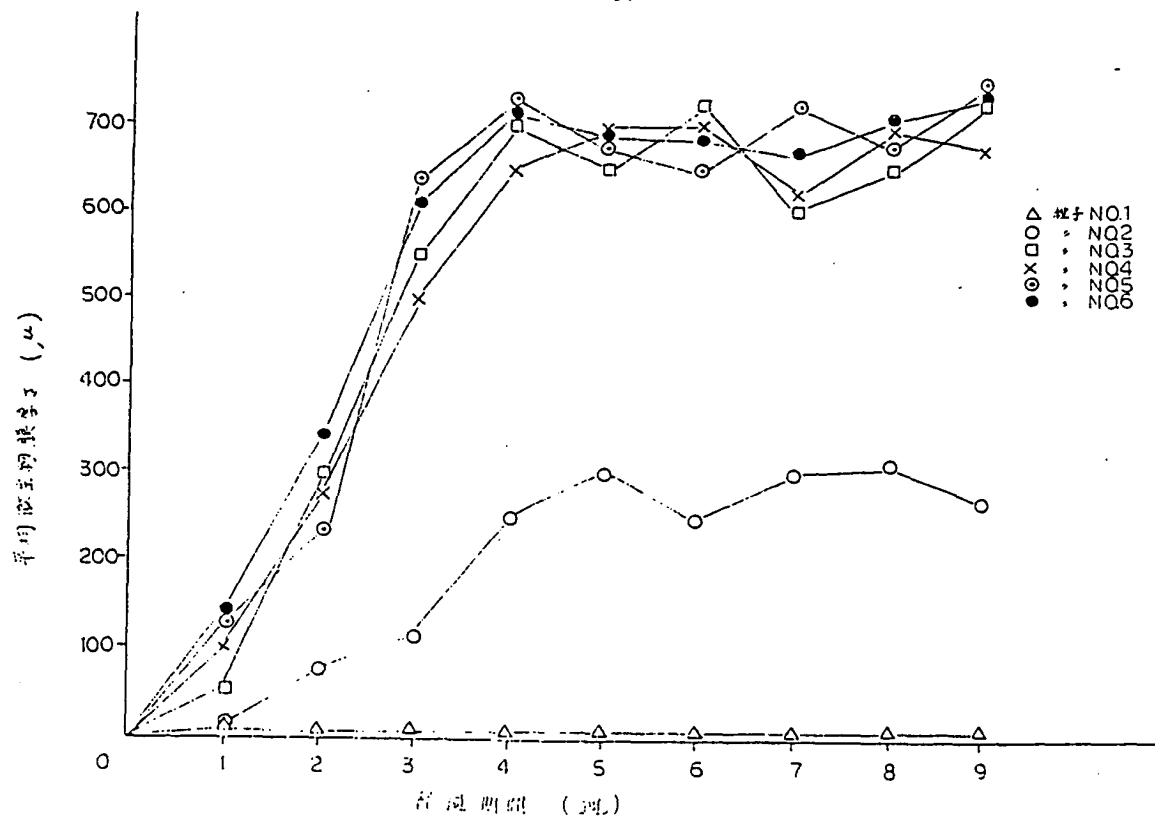
第2図

第4図



- 19 -

第3図



- (54) **PREPARATION OF BREWED VINEGAR**
 (11) 58-31985 (A) (43) 24.2.1983 (19) JP
 (21) Appl. No. 56-127836 (22) 17.8.1981
 (71) KOKUZEICHO (JAPAN) (72) CHIEKO KUMAGAI(3)
 (51) Int. Cl.³ C12J1/04

PURPOSE: To save energy in the process of vinegar preparation and to obtain brewed vinegar having improved fragrance, by adding seed vinegar to liquors or unrefined liquor from ungelatinized starch such as unboiled or unsteamed rice, etc. as a raw material, fermenting it with vinegar.

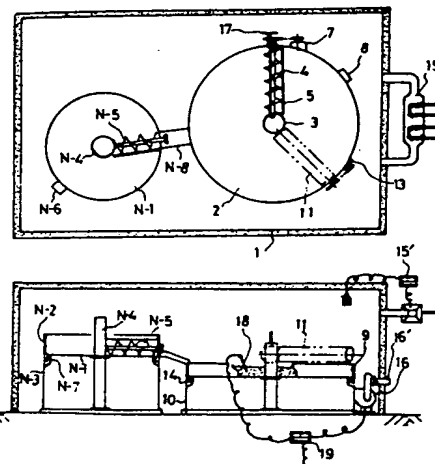
CONSTITUTION: Unsteamed or unboiled grain, potatoes, other starch, being ungelatinized, is used as a raw material, saccharified with a koji, malt, enzyme, etc., and subjected to alcohol fermentation, to give liquor, spirits, Sake lees. Seed vinegar is added to the liquor, spirits, Sake lees, or saccharified and fermented unrefined liquor. If necessary, a fermentation auxiliary, subsidiary raw material, seasoning, seasoning liquid, etc. is added to the liquor, which is fermented with acetic acid, to give the desired brewed vinegar. By this process, heat energy, equipment, labor, etc. necessary to boil or steam grain or potatoes can be saved, and vinegar having increased content of amino acid and improved fragrance can be obtained by saccharification and alcohol fermentation of unboiled or unsteamed raw material.

(54) **ROTARY AUTOMATIC DEVICE FOR PRERARING KOJI USING KOJI CHAMBER**

- (11) 58-31986 (A) (43) 24.2.1983 (19) JP
 (21) Appl. No. 56-125926 (22) 13.8.1981
 (71) NAGATA JIYOUZOU KIKAI K.K. (72) WAKIO ARAKI
 (51) Int. Cl.³ C12M1/16

PURPOSE: To enable the preparation of koji by an inexpensive cost of equipment with saved labor and energy, utilizing a koji chamber in a brewing plant effectively, placing a rotary culture floor in the chamber, controlling the temperature and humidity to set conditions by a regulator.

CONSTITUTION: A koji substrate after pretreatment is piled on the culture floor N-1, a koji mold is grown, and the substrate is transferred to the rotary culture floor 2 by the conveyor screw N-5. When the koji substrate is sent to the discharge screw 4, the koji substrate not lower than a set height is gradually transferred to the side of the central cylinder 3 by the action of the scraper 5 and the discharge screw 4, and arranged automatically at a set height by the rotation of the culture floor 2 and the rotary action of the discharge screw 4. After the feeding operation is over, the screw 4 is moved upward and stopped there by a lift. Air in the chamber is controlled by the sensor 15 and the air-conditioner 15 and the temperature and humidity are adjusted to set conditions, and the temperature of koji is regulated by the operation of the blower 16 derived by the indication of the temperature adjustor 19 controlled by the sensor 18 inserted in the substrate.



(54) **PARTICLES FOR SUPPORTING MICROORGANISM**

- (11) 58-31987 (A) (43) 24.2.1983 (19) JP
 (21) Appl. No. 56-131241 (22) 21.8.1981
 (71) CHIYODA KAKO KENSETSU K.K. (72) CHIAKI SHIMODAIRA(2)
 (51) Int. Cl.³ C12N1/00//C12N11/02

PURPOSE: Particles for supporting microorganism having extremely improved adhesivity to microorganism, having a particular specific gravity, obtained by attaching an inorganic or organic substance having specific particle diameters to the surface of expanded synthetic resin particles.

CONSTITUTION: One or more substances selected from an inorganic substance (e.g., sand, natural ground stone, silas ballon, ceramic, etc.) and an organic substance (e.g., anthracite, coal, coke, rubber, etc.) having particle diameters $\leq 1/3$ of expanded synthetic resin particles and $\geq 50\mu$ are attached to the surface of the expanded synthetic resin particles (e.g., particles consisting of a material such as PS, PE, PP, etc.), to give particles for supporting microorganisms, having a specific gravity of 0.2~1.0. When the particles to be attached to the synthetic resin are concentrated to only the surface of the resin and crosslinking phenomena will not take place, many improvements are attained, for example, the expansion magnification of the resin is made high so that its amount is reduced, the surface of the expanded particles are made rough so that hydrophilic nature is increased and adhesivity to microorganism is improved, and the adjustment of specific gravity of the expanded articles is carried out easily.